A 50 AÑOS DEL PRIMER ENSAYO NUCLEAR

LA PRIMERA BOMBA

El próximo 6 de agosto se cumplen 50 años del estallido de las bombas atómicas en Hiroshima. Pero en realidad, la primera y ultrasecreta explosión nuclear se llevó a cabo en Los Alamos, una zona desértica de Estados Unidos, un 16 de julio. A ella fueron invitados muchos de los principales físicos e ingenieros de la época que habían participado en el proyecto. Desde torretas montadas a quince kilómetros de distancia, aquellos hombres sintieron cómo se desencadenaba una fuerza inaudita, casi divina. Entre ambas fechas, hubo un puñado de hombres que sabia que existia un arma que cambiaria al mundo y no podía decirlo.

El periodista Leonardo Moledo y el especialista en seguridad nuclear Máximo Rudelli cuentan esta historia en "Dioses y demonios en el átomo. De los rayos X a la bomba atómica", que publicará próximamente Editorial Sudamericana. Aquí se la reproduce en exclusiva.

OMO REEMPLAZAR
LOS ANIMALES DE
LABORATORIO
IEDAD PARA
LA RATITA

FUTURO

Las partículas, hoy

EL PAJARO ENTRE LOS ELEFANTES

EL PAIS de Madrid

Por Alicia Rivera. En el túnel de Canfranc, en los Pirineos, están en marcha experimentos dirigidos a sondear el mundo de las partículas elementales en un par de direcciones de investigación muy originales que hay que comprobar. Cosme y Damas son experimentos diseñados para ver si existen algunos de los tipos de partículas imaginados por los físicos teóricos, que pudieran constituir la materia oscura de la Vía Láctea o del universo, o parte de ella. Esa masa aún no identificada constituiría de un 90 a un 98 por ciento del cosmos y ejercería un efecto gravitatorio tan importante como para determinar si el cosmos seguirá expandiéndose para siempre o no.

Nadie sabe con certeza de qué estaría hecha la materia oscura y se están estudiando varios candidatos: desde estrellas enanas marrones (demasiado pequeñas para brillar, pero ya posiblemente detectadas en la Vía Láctea) hasta los agujeros negros; también se ha pensado en los neutrinos, unas partículas conocidas que carecen de masa (por lo que ahora se sabe), pero que si la tuvieran podrían dar cuenta de esa materia oscura. Entre las hipótesis más aventuradas están las WIMP (siglas, en inglés, de partículas masivas débilmente interactuantes).

Jamás se han detectado partículas elementales de este tipo, producidas en el universo primitivo y completamente diferentes de las conocidas, pero podrían existir en altas concentraciones (centenares de ellas por centímetro cúbico) interactuando tan débilmente con la materia corriente que serían casi invisibles.

En Canfranc pretenden precisamente averiguar si existen esas partículas exóticas. "Nuestros experimentos están diseñados para excluir candidatos dentro de los posibles tipos de WIMP", dice Angel Morales. Cosme es un detector de 234 gramos de germanio capaz de registrar la señal de un WIMP que rebotase contra uno de sus constituyentes atómicos. Damas está formado por 140 kilos de cristales de yoduro de sodio, que hacen a la vez de blanco de las hipotéticas y poco probables interacciones de partículas que indicarían el paso de un WIMP, y de detector que avisaría si se produjese una. "Buscamos efectos diminutos que sean señales inequívocas de esas partículas exóticas. Los dos experimentos son complementarios", dice Morales.

Los físicos de Canfranc dicen que lo que pretenden es como identificar la huella de un pájaro que se posa en una senda habitualmente recorrida por elefantes. Para completar Cosme, se ha instalado un detector igual en el otro lado del mundo, en la Patagonia argentina, con el que se vigila el flujo de WIMP desde otra orientación terrestre.

Otro experimento del laboratorio de los Pirineos es Gex, concebido para vigilar si se produce, en unos cristales de germanio enriquecido, un hipotético fenómeno llamado doble desintegración beta, que, aunque muy poco probable, indicaría que el neutrino tiene masa y que es igual a su antipartícula. Si en los dos kilos de germanio de alguno de los tres detectores de Gex surgiera una respuesta afirmativa en forma de los efectos predichos de la doble desintegración beta, no sólo se avanzaría en el problema de la materia oscura, sino que se habría añadido una almena a la sólida torre del modelo estándar (la teoría que describe las partículas elementales conocidas y sus interacciones) y sería un paso adelante en la ciencia de descifrar las leyes del microcosmos.



MAS

Yo soy el Tiempo que creciendo avanza
y arrebata todo
Yo soy la Muerte que estremece los mundos.
Bhagavad-Gita

Brilló con una luz
más fuerte que la luz del mediodía
San Juan de la Cruz

Por Leonardo Moledo y Máximo Rudelli

En julio de 1945, la bomba estaba lista para ser probada. ¿Funcionaría? Nada semejante se había intentado jamás. La fecha del experimento fue fijada para el 16 de julio.

Los científicos estaban seguros de que la bomba de uranio –Little Boy– funcionaría, pero quedaban dudas sobre la bomba de plutonio y su delicado mecanismo de detonación. Había que hacer el experimento.

Trinity, se llamaría. Oppenheimer eligió ese nombre, tomado de un soneto de John Donne, cuya poesía religiosa andaba leyendo por esos días.

Batter my heart, three person'd God, for, you
As yet but knocke, breathe, shine and seeke to mend;
That I may rise, and stand, o'ertrhow mee, 'and bend
Your force to breake, blowe, burn and make me new.

(Húndeme el corazón, triple Dios, que hasta ahora
sólo llamas, alientas y brillas y restauras
para que pueda alzarme, derríbame y doblega
tu fuerza; rompe, sopla, quémame, hazme de nuevo).

En mitad del desierto, trescientos cincuenta kilómetros al sur de Los Alamos, en un lugar muy apropiadamente llamado Viaje del Muerto desde los tiempos de los españoles, lleno de escorpiones, víboras de cascabel y tarántulas, se montó una torre de acero sobre una base de hormigón. A treinta metros de altura, había una plataforma sobre la que se instaló el artefacto de plutonio, idéntico a la bomba definitiva. Los alrededores -hasta varios kilómetros de distancia– se llenaron de bunkers con sismógrafos, espectrógrafos, máquinas fotográficas y de cine para registrar todas las variables de la explosión. A quince kilómetros, en cada dirección, se construyeron puestos de observación para aquellos que tendrían el raro privilegio de presenciar el experimento en mayor escala de la historia humana.

¿Funcionaría?

El momento de la detonación se fijó a las cuatro de la mañana del 16 de julio. A las dos, todos los participantes estaban en su lugar, en el campo base, a unos quince kilómetros del "punto cero". El plutonio –dos hemisferios del tamaño de media naranja y cinco kilos de peso– había sido ya transportado al lugar, en la parte trasera de un automóvil. La chispa que iniciaría la reacción en cadena, una poderosa fuente de neutrones, fue armada usando un emisor de partículas alfa, las mismas que –a veces solas y a veces mezcladas con berilio– había usado Rutherford en Manchester para estudiar el núcleo, Chadwick en Cambridge para descubrir el neutrón, los Juliot-Curie en París para crear la radiactividad artificial, Fermi en Roma para activar todos los elementos de la Tabla Periódica y Hahn en Berlín para producir la fisión. Un segundo después del origen del universo se formaron los

"El estall cuatro vec lo esperad comienzo c las fuerzas mos –las intensas irrumpiero en el desie México. La ganada, p ya no volv mismo."

A 50 años del primer ensayo nuclear

RILLANTE QUE MIL SOLES

rimeros núcleos de hidrógeno y de helio. Cien nil años más tarde se ensambló la materia en ran escala y nacieron los átomos en medio de n enorme estallido de radiación. Eran átomos mples, modestos átomos de hidrógeno y de elio, que se condensaron en grandes nubes. Y s grandes nubes empezaron a contraerse bajo acción de la gravedad, hasta que la presión y temperatura en su centro fue tan grande que os átomos de hidrógeno comenzaron a fundir-, a apretarse en núcleos más pesados y más randes y a emitir grandes cantidades de luz y alor: se estaban encendiendo las primeras es-ellas.

Con tenacidad, las estrellas ataron en sus hor-os nucleares núcleos complejos, almacenando n ellos grandes cantidades de energía, anudan-o protones y neutrones en paquetes de carbo-o, calcio, oxígeno, hierro, y luego, cuando se gotó el combustible nuclear, estallaron disper-ando por el espacio los nuevos elementos.

El universo trabajó pacientemente para cons-uir los elementos químicos y llenar los casi-eros de la Tabla Periódica; penosamente na-eron el bario y el cadmio, la plata y el molib-eno, el oro y el lantano, el torio y el uranio. Al-unos eran estables, otros se desintegraban rá-idamente y duraban menos que las estrellas; el lutonio apareció y se extinguió y desapareció e la naturaleza; pero ésta implacablemente tra-ajaba, combinando ahora los átomos en com-lejas moléculas, capaces de reproducirse y evo-icionar por lo menos sobre un cuerpo opaco ue giraba alrededor de una estrella cualquiera. esas moléculas complejas, tras cuatro mil mi-ones de años de evolución, reconstruyeron el lutonio, lo encerraron en un dispositivo no más rande que una naranja y se dedicaron a obser-ar qué ocurría cuando los núcleos, anudados acientemente a través de los eones se libera-an de repente en una reacción descontrolada.

A las 5.29' el artefacto estalló.

El general Farrell comentó: "Todo el lugar se uminó con una luz impresionante, de una in-nsidad mucho mayor que el mediodía... trein-segundos después de la explosión, la presión el aire que nos empujó a los unos contra los ros nos hizo pensar que habíamos desatado ierzas solamente reservadas al Todopodero-o".

Hans Bethe, que había descifrado el funcio-amiento de las estrellas, pensó: "Parecía como gigantesco flash de magnesio que se mantu-era por uno o dos minutos, aunque fueron en alidad uno o dos segundos".

Fermi, que había bombardeado núcleos ató-icos, que había conseguido la primera reac-ón en cadena de átomos de uranio, y que con regla de cálculo había estado ensimismado lculando la fuerza del estallido, pensó: "Cua-nta segundos después de la explosión, la rá-ga de aire nos alcanzó. Traté de saber su fuer-, y un cálculo me permitió estimarla en el equi-alente de diez toneladas de TNT".

–que fue mayor que ndicaba el lgo nuevo: l microcos- duras e universo– el mundo de Nuevo rra estaba el mundo a a ser el

Segre, que había descubierto el tecnecio y ayudado a completar la Tabla Periódica, pensó: "Lo más impresionante fue la brillante luz. Yo estaba anonadado por el espectáculo. El cielo entero se inundó de una luz brillante... Por un momento creí que la explosión podía incendiar la atmósfera entera y terminar con el planeta, aunque sabía positivamente que no era posible".

Rabi, que había descifrado como nadie el momento magnético de los átomos, pensó: "Había nacido algo nuevo, una nueva forma de control, una nueva forma de conocimiento que el hombre había adquirido sobre la naturaleza".

"Treinta segundos después de la explosión, la presión del aire que nos empujó a los unos contra los otros nos hizo pensar que habíamos desatado fuerzas solamente reservadas al Todopoderoso"

Y era cierto: los átomos, que Demócrito se imaginó como esferas compactas, y que Newton quiso –y no pudo– someter a las leyes de la gravitación, los átomos teóricos de Dalton, los átomos llenos de Thomson con electrones incrustados, los átomos vacíos que Rutherford imaginó como sistemas solares en miniatura, el átomo que Bohr disciplinó y sometió alas leyes cuánticas, el átomo radiante de María Curie, el átomo que Heisenberg redujo a la incertidumbre, el que Fermi bombardeó sin piedad y Otto Hahn logró partir en dos, el átomo cuyo secreto descubrieron Meitner y Frisch, los átomos estrujados, investigados, perseguidos, adivinados, anhelados, teorizados por legiones de científicos a lo largo de cincuenta años de esfuerzo intelectual, se partieron en millonésimas de segundo y liberaron la energía de unión de doce millones de millones de millones de millones de núcleos de plutonio, produciendo una pavorosa explosión equivalente a veinte mil toneladas de TNT.

Rabi no se equivocaba: el estallido –que fue cuatro veces mayor que lo esperado– indicaba, en efecto, el comienzo de algo nuevo: las fuerzas del microcosmos –las más duras e intensas del universo– irrumpieron en el mundo en el desierto de Nuevo México. La guerra estaba ganada, pero el mundo ya no volvería a ser el mismo.

Tal vez fue lo que pensó Oppenheimer cuando, tras el estallido, recordó un pasaje del *Bhagavad-Gita*, el libro sagrado del hinduismo:

Si una luz más brillante que mil soles
irrumpiera de pronto en los cielos
sería parecida
al esplendor del Altísimo.

** fragmento de Dioses y demonios en el átomo. De los Rayos X hasta Hiroshima que próximamente publicará Editorial Sudamericana*





EL PROYECTO MANHATTAN

Por L.M. y M.R.

La carta enviada por Einstein a Roosevelt no surtió el efecto esperado: la decisión de comenzar seriamente, con apoyo gubernamental, el trabajo en la construcción de un arma atómica se atascaba una y otra vez en meandros burocráticos. Alexander Sachs, asesor de Roosevelt, el mismo que alcanzó al presidente la primer carta de Einstein, se desesperaba por convencerlo. Un día, le relató la siguiente historia: "Durante las guerras napoleónicas, un joven inventor norteamericano se acercó al emperador francés y le ofreció construir una flota de barcos de vapor, con la ayuda de los cuales podría, independientemente del mal tiempo, invadir Inglaterra. ¿Barcos sin velas? A Napoleón le pareció tan disparatado que no hizo caso de la propuesta de Fulton, que así se llamaba el joven inventor. En la opinión del historiador inglés lord Acton, éste es un ejemplo de cómo Inglaterra se salvó por la cortedad de miras de un adversario".

Roosevelt permaneció un instante en silencio, y luego llamó a su asistente, el general Pa Watson: "Pa, esto exige acción".

La anécdota es divertida pero las anécdotas son construcciones a posteriori, y rara vez los hechos que las inspiran ponen en marcha la historia. Por supuesto, ésta no fue la excepción. La única respuesta a la escena anterior fue débil: la creación de un Comité Asesor sobre el Uranio. El paso siguiente se dio recién en junio de 1940, con la creación del National Defense Research Committee (NDRC), impulsado por Vannevar Bush, que se ocupó de involucrar a los principales científicos en el Comité del Uranio, una de las dependencias del nuevo NDRC. Pero aún no parecía haber esperanzas de obtener fondos gubernamentales para la "acción". Sólo en julio de ese año, al recibirse los informes de los progresos del desarrollo atómico británico, el interés norteamericano creció.

Además, estaban las advertencias sobre el desarrollo atómico alemán. Primero Peter Deybe, luego el misterioso telegrama de Houtermans. Todo indicaba que hacía falta apurarse.

En julio de 1941, un memorándum de la Comisión Thomsom, basándose en el trabajo desarrollado en Inglaterra, declaraba que parecía "muy probable que la bomba atómica pudiera ser construida antes del fin de la guerra". El 28 de junio, también por iniciativa de Bush, se constituyó un nuevo comité: la Office of Scientific Research and Development (OSRD).

Pero la decisión final fue tomada por Roosevelt recién el 9 de octubre de 1941: ese día resolvió, finalmente, usar la enorme masa de recursos que hacían falta para construir "el arma más poderosa que jamás existió". Era muy oportuno: un mes y medio más tarde, el 7 de diciembre, los japoneses bombardeaban Pearl Harbor, y Estados Unidos entraba en la guerra.

Como es natural, la guerra aceleró todo. En Estados Unidos el control fue depositado en manos de un comité militar, compuesto por tres miembros de las fuerzas armadas (el general Styers, el almirante Purnell y el general Leslie Groves) y solamente dos científicos profesionales: Vannevar Bush y James Conant. El proyecto empezó a denominarse DSM (Desarrollo de Materiales Sustitutos) o, más familiarmente, Proyecto Manhattan, por una oficina, precisamente en Manhattan, donde se tomaron las primeras decisiones fundamentales.

El Proyecto Manhattan fue una vasta y compleja organización, que involucró alrededor de 150 mil personas, que costó alrededor de dos mil millones de dólares de la época (que obviamente son muchísimo más que dos mil millones de ahora), que construyó una verdadera "ciudad atómica" en Los Alamos (Nuevo México) y que estaba decidida a fabricar, en tres años, "el arma más poderosa que jamás existió". Se impuso un estricto sistema de censura (los residentes de Los Alamos, por ejemplo, no podían enviar ni recibir cartas que no pasaran por las manos del censor, ni hablar de su trabajo a sus esposas, ni a nadie). En principio, la mayoría de los que integraban el proyecto ignoraba el fin del mismo, aunque es de suponer que el rumor, siempre más poderoso que la censura, hiciera de las suyas en esa ciudad que se levantó en medio del desierto, y a cuyo mando científico se puso, en julio de 1943, a un físico llamado Robert Oppenheimer. Bajo su dirección, Los Alamos (y el resto de los laboratorios del Proyecto) trabajaron con un ritmo sostenido: el 16 de julio de 1945 la bomba estaba lista para ser probada.

Seres libres

(Por P.L.) "En un megaensayo internacional sobre el Tamoxifen como preventivo del cáncer de mama, con 16.000 mujeres en todo el mundo incluida la Argentina, cuando ya comenzaba la experiencia se dieron cuenta de que podía haber peligro de cáncer de endometrio, por lo cual la limitaron a mujeres histerectomizadas", cuenta Eugenia Sacerdote de Lustig. La investigación en seres humanos fue restringida por la Declaración de Nuremberg, que, después de las siniestras prácticas del nazismo, estableció que la última etapa de los ensayos preclínicos se hiciera en animales, antes de pasar a ensayos clínicos controlados en pequeños grupos de personas. En Estados Unidos el órgano de control de las investigaciones médicas es el National Institute of Health, y en la Argentina el ANMAT.

La utilización paga de seres humanos como sujetos de investigación es práctica habitual en Estados Unidos, con el argumento de que, a diferencia de los animales, eligen libremente su participación. Sin embargo, no es seguro que un padre de familia sin trabajo sea más libre que un ratón enjaulado. Marcos Meeroff, presidente de honor de la Sociedad de Etica en Medicina, recordó que "hay proyectos secretos, que no se difunden y sólo a veces se descubren a posteriori, como fue el caso de los experimentos con plutonio radiactivo sobre seres humanos en la década del 50 (ver FUTURO del 5 de marzo de 1994). La gente se ofrece a experiencias con riesgo, pagas, que no se difunden, hasta que un buen día se descubren por algún efecto secundario desastroso o porque se abre algún archivo".

Reemplazan a los animales de laboratorio

HASTA EL PREPUCIO

Por Pedro Lipcovich

Las bacterias fosforescentes, modificadas por ingeniería genética para que se apaguen ante sustancias tóxicas para los humanos, son un ejemplo de los métodos que la ciencia desarrolla para sustituir la experimentación con animales de laboratorio, resistida en Europa y Estados Unidos por razones humanitarias. Se logran mejores técnicas para experimentar con células humanas in vitro, e incluso se aprovecha el pedacito de prepucio que sobra en las circuncisiones. Entretanto, al amparo de la desocupación, crecen los experimentos rentados con seres humanos.

La investigación con animales disminuye en todo el mundo sobre la base de la regla de las tres *r*: *reducir* la cantidad de animales que se utilizan, *refinar* las pruebas para obtener información más precisa y con más cuidado, y *reemplazar* las pruebas con animales por otros sistemas. Hay grupos extremos que exigen la lisa y llana eliminación de las pruebas con animales, pero entidades como FRAME (Found for Replacement Animals of Experimentation), en Inglaterra, prefieren ofrecer presupuestos de hasta 300.000 dólares para quienes propongan técnicas válidas para evitar el uso de animales. Estas técnicas se hacen posibles por el impresionante desarrollo en el cultivo de células in vitro y gracias a la inteligencia artificial.

Actualmente es posible mantener células humanas durante años fuera del organismo para estudiar sus procesos. Los anticuerpos monoclonales que le valieron el Premio Nobel a César Milstein, cuya obtención requería implantar tumores en ratones, se producen ahora in vitro; lo mismo sucede con la vacuna contra la poliomielitis, que antes exigía el sacrificio de miles de monos.

Más difícil que el cultivo de células aisladas es el de tejidos enteros, pero esto se está logrando ya en la Universidad de Leiden, en Holanda, con un órgano tan complejo como lo es la piel. En La Jolla, California, se utiliza la piel desechada en las circuncisiones –que es una práctica habitual en Estados Unidos– para investigar qué sustancias desencadenan enfermedades cutáneas como la psoriasis.

La segunda gran vía para reemplazar los experimentos con animales es la informática, especialmente gracias a la inteligencia artificial: existen ya *sistemas expertos* que, comparando las características de una molécula con inmensas bases de datos sobre reacciones biológicas, prevén las probabilidades de que resulte tóxica. También se confeccionan bases de datos que reúnen informes sobre toxicidad provenientes de centros asistenciales de todo el mundo.

"Se trabaja no sólo con células vivas enteras sino con fragmentos celulares, proteínas, trozos de ADN, para investigar alteraciones en sucomposición –dijo a FUTURO Eugenia Sacerdote de Lustig, directora del Departamento de Investigaciones del Instituto Roffo–. Desde 1997 la Asociación Internacional de Cosmética no admitirá productos que hayan sido probados en animales. Hace unos años en Alemania, los laboratorios farmacológicos tuvieron que trasladar a otros países las pruebas sobre animales. De todos modos, cuando se trata de productos que van a ser empleados en enfermos, se admite generalmente la necesidad de un ensayo final sobre animales."

En la Argentina, la única legislación vigente es la llamada Ley Sarmiento, del siglo pasado, que se limita a considerar las necesidades de los animales domésticos y de tiro. Hace dos meses la ADEAL (Asociación de Especialistas en Animales de Laboratorio) solicitó la sanción de una ley sobre cría y uso de animales de laboratorio que incluya para nuestro país las exigencias de los organismos internacionales, que comprenden maneras de prevenir el sufrimiento y el estrés de los animales: "Hoy en la Argentina cualquiera puede poner un criadero de ratones y venderlos como si fueran de laboratorio", dijo a FUTURO Alejandro Ciccarelli, que dirige los bioterios de las facultades de Exactas y Farmacia en la UBA.

Incesto en el lab

Para la experimentación se prefiere usar animales *endocriados*, obtenidos por cruza entre hija y padre o entre madre e hijo, lo cual les otorga exactamente la misma dotación genética: sólo en estos animales –libres del complejo de Edipo– los resultados de cada ensayo pueden medirse con precisión, y si se trasplantan órganos de uno a otro no hay fenómenos de rechazo. También existen normas de esterilidad ambiental para preservarlos de infecciones indeseadas.

GRAGEAS

LA MEMORIA DE LAS RATAS. Ha bastado introducir un compuesto químico (acetilcolina) en el cerebro de unas ratas de laboratorio para restaurar su memoria, en un experimento hecho por Lisa Fisher y sus colegas del Departamento de Neurociencias de la Universidad de California en San Diego y publicado en *Nature*. Con ello muestran que se puede intentar mejorar la memoria y el aprendizaje aumentando selectivamente el nivel de este neurotransmisor en el cerebro.

HUELLAS DE LAETOLI. Científicos de varios países y especialistas tanzanos han criticado el plan de restauración de las huellas humanas más antiguas que se conocen, situadas en la región tanzana de Laetoli. Estos especialistas desearían que las huellas, de hace 3,5 millones de años, descubiertas en 1976, quedaran expuestas, una vez restauradas, dentro de un edificio que las protegiera y permitiera su explotación educativa y turística. La Fundación Getty, que ha acometido la restauración, ha dicho que no cambiará sus planes, de acuerdo con el gobierno tanzano, de recubrir las huellas una vez tratadas, ya que no hay recursos para mantenerlas en exposición en aquel remoto lugar. Cuando los haya, dijo Neville Agnew, director adjunto del Instituto Getty, la actuación que empezará este verano puede revertirse

ESCOMBROS ESPACIALES. El riesgo de que las naves y satélites en órbita choquen con fragmentos de basura espacial ha aumentado en los últimos años y hay que tomar medidas inmediatas, según un comité del Consejo Nacional de Investigación (Estados Unidos). Desde el "Sputnik", en 1957, más de 10.000 piezas del tamaño de una naranja o mayores están en órbita.

VEHICULOS. Ford trabaja en unos nuevos catalizadores de aire limpio que lograrían purificar el gaseoso elemento a medida que pasa por el radiador del vehículo. De conseguirlo, la firma automovilística piensa aplicarlo también en sistemas de calefacción y aire acondicionado.

WALKMAN. El ruido ambiente que impide escuchar música con walkman puede evitarse usando los cascos NoiseBuser diseñados por una empresa norteamericana. Su especial tecnología antirruido permite amortiguar los sonidos externos hasta hacerlos inaudibles.